雙月刊

核能簡訊

NUCLEAR NEWSLETTER

NO. 134
2012 FEBRUARY



專題報導

台灣核能動向與日本的關係

核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.134 雙月刊

February 中華民國一〇一年2月號

封面圖片：日本大阪的梅花

出版單位：財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一〇一號研發大樓208室
電　　話：(03) 571-1808
傳　　真：(03) 572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、李清山、汪曉康、徐懷瓊、陳條宗、劉仁賢、謝牧謙、簡福添（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
顧　　問：喻冀平
文　　編：鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉
執　　編：羅德禎
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1175
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠
行政院原子能委員會敬贈　廣告
台灣電力公司核能後端營運處敬贈　廣告

編　者　的　話

南韓這個國家很團結，民族性強悍不認輸，做起事來總是政府帶頭向前衝，從韓劇到電子產品到舉辦各種國際賽事，都是如此。他們的向心力也強，面對金融危機時，全國百姓節衣縮食，同意提高稅賦，齊心努力協助國家度過難關。面對人人聞之色變的核能更是如此。

他們和台灣一樣，極度缺乏天然資源，極度依賴能源進口，但是南韓全國將核能發電視為國家能源問題的解答，是降低發電成本及減碳的重要手段。傾國家之力引進國外核電設備的建設、製造技術；更進一步將核能設備製造業與國內重工業聯結，發展成國家級重要建設產業與出口產業。南韓大統領李明博身兼超級銷售員，2009年12月擊敗全世界最強勁的競爭對手，贏得阿拉伯聯合大公國4座核電廠、價值204 億美元的合約。又和越南總理張晉創共同發表聯合聲明，將協助越南興建2部核能機組。南韓政府不遺餘力以外交力量輔導國內核能設備製造業競標國際大型核電建設工程案，並打算在2030年以前取得80部核能機組的標案，全力發展核電的決心，完全不受311福島事故的影響。

李家同校長曾在聯合報發表《南韓能輸出核電廠，台灣呢？》，文中就提到「我們和南韓最大的不同，乃是在南韓有野心，也有耐心。他們整個國家老是想做領先者，也肯很有耐心地下苦功，十年寒窗下來，也真的出頭了。」他痛心的表示，「落後南韓如此之多，國恥也。我們一定要下定決心打敗南韓，希望有一天，我們的總統也能和外國簽訂價值一百億美金的合約，如果國人對工業水準沒有興趣，這一天遙遙無期矣。」

面對強烈「韓流」壓境，我們不能總是悲情的指控南韓在運動場上小動作太多；或是面對南韓指控我國面板產業時，只有消極的抵制韓貨。除了政府要作為產業的前鋒之外，我們必須學習韓國人追求目標時拼命三郎的精神，急起直追，才能突破種種困境，在國際舞台上和他們一較高下。



南韓脫胎換骨 大步躋身核能出口列強

文◎編輯室

核能是新成長引擎

極度缺乏天然資源的南韓，多年來積極發展核能發電，不僅在建設其全國核能發電容量時，也大力爭取國際訂單。南韓以國家力量輔助引進外國，將2010年訂為「核電元年」，從而發展成為國家重要建設產業與出口產業。在國家政策推動與民意普遍支持下，311日本福島核災事件對南韓大力發展核電的立場與政策完全沒有影響，也沒有任何時程上的延遲。就在311過後第3天，總統李明博還到阿拉伯聯合大公國參加核電廠動土儀式。

南韓總統李明博認為核能是南韓新的成長引擎，他1月時表示：「我國滴油不產，核能是補足我國致命弱點的絕佳利器。」李明博也強調，核能產業能以較低的成本提供眾多好處，也能創造優質的工作機會。

南韓政府預計將於2012年3月舉辦兩場國際核能高峰會，分別是3月23日在首爾舉行的國際核能工業峰會，預計將有100位各國核能專家參加，國際原子能總署屆時將派員參加。國際核能安全峰會則於3月26日舉行，將有50個國家與會。

目前南韓運轉中的機組有21座，正在興建的有7座，規劃中的有4座，核能發電比例



▲南韓新古里核電廠鳥瞰圖（資料來源：World Nuclear News）

為38.6 %，核電密度高於台灣、甚至日本。新建核電廠的計畫中，新古里1號機在2011年2月底已正式加入商業運轉，2號機也將在2011年12月底加入營業運轉，3、4號機預計分別在2013、2014年間加入商業運轉。

311之後 第一座新建機組計畫核准

2011年12月初，韓國核能安全委員會（NSC，類似美國的NRC）發出其國內新蔚珍核電廠1、2號機的建設許可，這是311之後南韓發出的第一張新建核電廠的許可。這2



▲新古里核電廠3號機的核反應爐壓力容器（資料來源：日本JAIF）

座機組均將採用140萬瓩的APR1400核能反應爐（壓水式反應爐），預計將在2016年之後分別完工加入營運。

據了解，南韓水力核電公司已經選定兩處可以建造新核電廠的地點，這兩處地點距離首爾大約300公里。

擺脫石油桎梏 擴大核能占比

身為亞洲第四大經濟體，南韓資源匱乏，極度依賴國外進口石油。有鑑於國際油價一度攀升到1桶147.27美元，南韓想方設法拓展多元的能源管道。為了滿足電力需求，南韓將興建更多核電廠，更依賴核能發電。預估2022年底前，南韓電力產能將從目前的0.659億瓩提升到1.009億瓩。

南韓政府計畫於2022年之前投資37兆韓元（約285億美元）興建12座核電廠、7座燃煤電廠，及11座液化天然氣電廠，以降低對石油進口的依賴，解決日益攀升的能源需求。

2022年以前，南韓核能發電所供應的電力將占總電力產能的48%，屆時南韓將可降低對石油電廠的依賴，從1.9%銳減至0.2%。南韓政府評估2022年以前國內每年電力需求將成長2.1%。目前南韓是亞洲第4大原油購買國。

目前南韓擁有21座核能機組，40座燃

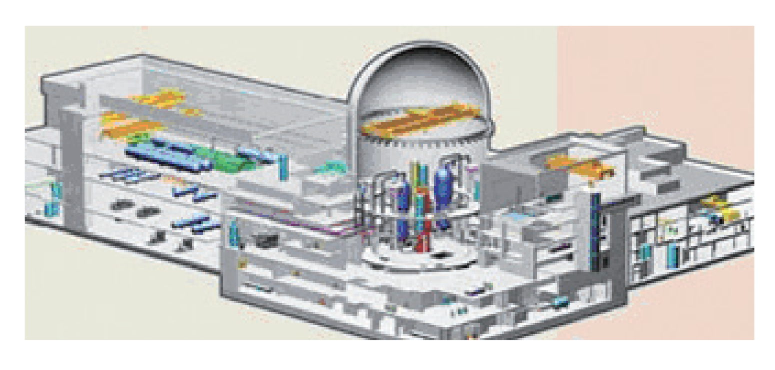
煤電廠，及45座天然氣發電廠。

野心勃勃 站穩世界市場

自2009年底拿下第一筆來自阿拉伯聯合大公國的核電廠訂單後，南韓核工業界信心大增。由於反應爐市場日漸擴大，南韓目標設定在2030年前吃下全球4,000億美金的反應爐市場。南韓知識經濟部表示，該國打算在2030年前，在全球興建80部核電機組，達到市場占有率2成。南韓將因此成為世界第3大反應爐出口國。

由於南韓本身反應爐價格極具競爭力，且有在國內建造的經驗，將會使產品更能站穩全球市場。南韓政府評估，南韓電力公司的APR1400型反應爐，每度興建成本為2,300元美金；亞瑞華公司的歐洲壓水式反應爐為2,900元美金，日本進步型沸水式反應爐成本亦同。

南韓能在日本、美國、法國等核能先進國家的競標下勝出，和阿拉伯聯合大公國簽訂400億美元建造核電廠的合約，成為第6個輸出核電廠的國家。南韓能整廠輸出建造核電廠，顯示南韓的核能工業，已達世界級標準。



▲APR 1400核電廠設計示意圖（資料來源：Nuclear Engineering International）

參考資料

1.核能簡訊雙月刊第123期（2010.04.15）

2.TNA核產會週訊2011-47，2011-12-29

3.鳳凰視頻，http://big5.ifeng.com/gate/big5/v.ifeng.com/news/world/201112/491f7a9e-a63b-4247-9c0f-38018f94f6bb.shtml

更正啟事

第133期第30頁右欄第1行：「升到每度0.003美金（合台幣約1元）…」應為（合台幣約0.1元），謹此更正，並向讀者致歉。

台灣核能動向與日本的關係



文．林勉

譯．石門環、秦萱

林勉先生為東京大學數物系研究所碩士，歷任日立製作所原子力事業部長及理事長，目前為「能源問題發言會」代表幹事，日本原子力學會Senior NetWork（SNW）營運委員。林勉先生與SNW多位專家曾於2008年12月、2010年12月來台專題演講，與清大學生座談，並赴龍門核電廠參訪。SNW由日本核能產官學界經驗豐富的退休人員所組成的，其主要目的在增進公眾，尤其是年輕族群對核能的瞭解。譯者在獲得林先生同意後翻譯此文，文中對我台灣核能界及台日核能交流的見解相當發人深省。

台灣核能發電的經過

2011年9月6-7日應邀赴台北參加台日科學技術論壇（主辦：亞東關係協會科學技術交流委員會），發表演講並參加座談會。此論壇每年均選定主題，今年的主題為「東日本大地震的現況與未來」，以此為契機，嘗試論述台灣核能與日本的關係。

台灣與日本同樣缺乏能源，大部分均仰賴進口，其中核能具有相當大的重要性，在國民黨政權下，早期獲得美國的協助，成為在亞洲僅次於日本的第2個最早引進核能的國家。第一核電廠的金山1、2號機（BWR，各63萬6,000瓩）於1978、1979年，第二核電廠的國聖1、2號機（BWR，各98萬5,000瓩）於1981、1983年，第三核電廠的馬鞍山1、2號機（PWR，各95萬1,000瓩）於1984、1985年分別開始商業運轉，對供電量具有極大的貢

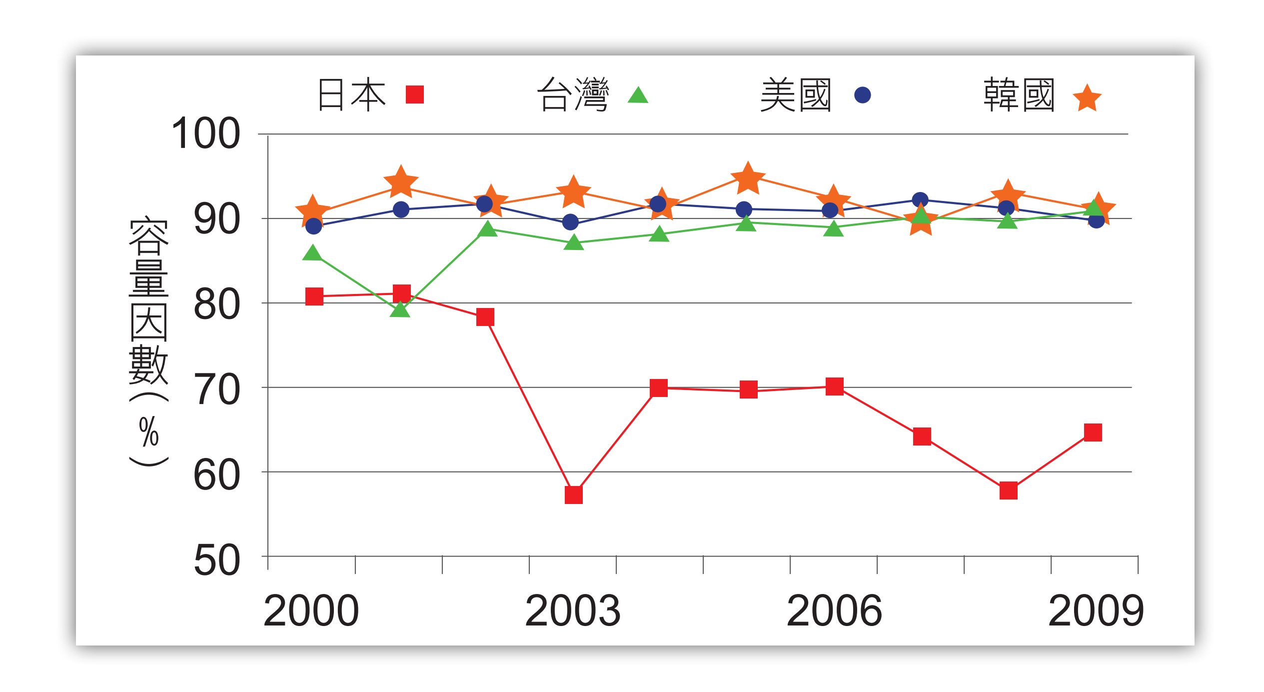
獻。因此，1984年核能超過火力發電成為最大宗的發電來源，1985年更達到總發電量的52.4 %。但因1985年後沒有新建的核能機組，現在核能發電占電力構成（發電量）的比例降至19.3 %。

1987年，台灣電力公司為維持電力供需平衡，計畫興建第四核電廠（龍門）1、2號機（ABWR，各135萬瓩），1999年3月及8月1、2號機正式動工。但2000年3月舉行台灣總統大選，強烈主張中止核四廠建設的民進黨候選人陳水扁當選，行政院也發表了中止工程宣言。立法院占大半數的在野黨立法委員，因為不服行政院的決定，之後約4個月的期間，雙方進行協議，2001年2月14日行政院決定恢復興建，核四廠的建設得以繼續進行。但由於施工設備、工作人員撤離的問題，以及因工程無法發包導致詳細設計的延遲，2001年11月才真正復工續建。之後因為政治混亂、品質問題以及工程管理能力不足，建設工程延宕，需再展延大約3年才能完工。

核一、核二、核四廠座落於台灣最北端，核三廠則靠近台灣最南端。

台灣核能發電與日本的關係

台灣核一及核二廠的主要契約者為美國GE公司，核三則為美國西屋公司，日本廠商則提供一部分的設備。核四廠決定使用日本已完成的最新式的ABWR，在GE公司的主契約之下，大部分的設備由日立、東芝、三菱分別提供。在此情況下，日本與台灣進行正



式的核能交流，日本對提升台灣核能技術貢獻了相當大的心力。但另一方面，日本的反核運動團體大舉進入台灣，再加上台灣媒體，形成反核的國民運動，這也是核四廠遲遲無法開始運轉的原因之一，實在相當遺憾。

從台灣核能發電學到的事

台灣核電的高容量因數極為優秀，如圖所示，台灣擁有僅次於韓國與美國的世界一流成績。相對於此，日本核電低迷的狀況至為明顯，這是國家經濟生產力莫大的損失，日本核能管制的僵化實為原因之一。今後將成立原子力安全廳，推動與管制分離，其中應該納入可確保合理且安全的管制方式，才不會輸給各國，並確實評估台灣核電高容量因數的原因，日本也必須向台灣學習。

此次採訪福島事故的TBS團隊拜訪台灣電力公司，連核電廠內部都進行了詳細的調查，此節目已於2011年9月11日播放。指導製作節目的原東芝技術人員角南義男先生與TBS採訪團同行，並於報告中提出以下重點：

（1）緊急電源及確保淡水水源的想法

台灣的4座核電廠對緊急電源與淡水水源的安全方針都相當一致。每部機組除了各有2台緊急柴油發電機以外，另有2部機組共用的第5台柴油發電機，而且還設置2台大容量的氣渦輪機。緊急水源設置於高處，利用重力供水。以金山第一核電廠為例，海嘯的假定高度為10.7公尺，而核電廠位於高度11公尺處，開關場高度為16公尺，氣渦輪機位於高度22公尺處，10萬噸以上的人工蓄水池位在高度62公尺處；其他的核電廠也以相同想法設定其高度，海嘯對策在設計階段即納入考慮。日本未能反映這種設計理念，實在遺憾，我們確實欠缺虛心學習台灣的態度。

（2）台電貫徹資訊完全公開

福島事故的TBS採訪團申請採訪日本核電廠時遭到婉拒而陷於困境，TBS採訪團向台電提出申請時卻相當迅速地獲得許可通知。據說接受採訪的核電廠不只答應所有需求，對於無法實際觀看到的實物及地點，也在事後寄送相片。這種開放的態度是政府與民間一貫據以施行的方針，當然這是在考量防恐對策後的判斷，此種態度除了使媒體正確理解核電之外，進而對增進民眾的理解也有很大的助益，日本必須努力學習效法。

（3）徹底的樸實主義

與日本相比，台灣完全沒有追求舒適的多餘設施（事務室，廠長室，福利設施等），我們必須要學習回歸原點、重視樸實的趨勢。

台灣與日本核能發電的煩惱

如同以上所述，台灣雖然有許多優秀的層面，但也有很大的煩惱，那就是核四廠遲遲無法完工之事。2012年1月的總統大選，假設民進黨主席蔡英文當選，核四廠有可能會永久葬送，此時的能源政策該如何因應，這是台灣與日本共同的煩惱。另外，台電因為福島事故而考慮到民眾的不安，對超過運轉執照年限的機組決定除役的方針，這可能也會對日本今後的核能政策造成很大影響。日本在民主黨政權底下提出「降低對核電的依賴」的明確方針，此動作應該也會對台灣造成很大的影響，兩國這種能源政策的政治性混亂是因為政治迎合民眾主義（Populism）所造成的。「選擇」雜誌於9月號的首頁採訪中，行天豐雄先生提到「迎合民眾主義讓世界經濟瘋狂」，大聲疾呼迎合民眾主義的本質在於「遵從民眾所想要的，但不要遵從人民真正必要的。」，兩國的現狀正如此一尖銳的批判，希望兩國的交流能夠考量到此共通的問題。

今後台日技術交流理想的作法

在與台灣的技術交流層面，始終都是台灣向日本學習較多，而日本向台灣學習較少的狀況，如同前述，台灣也有許多值得學習之處。

在前述的「台日科學技術論壇」中，也討論到今後兩國技術交流理想的作法。在今後的世界中，亞洲的重要性將與日俱增是相當明確的，由於台灣位於地理位置上的中心，在了解讓台灣扮演重要的角色地位後，應可與技術優秀的日本協調，以建構雙贏（Win Win）的關係。此乃重要的提案，於核能方面也應該建立此種雙贏關係。

能源問題不能犧牲在政治性的迎合民眾主義之下，這是下一代青年們的問題。9月10日於NHK播放的Michael Sandel教授的人氣課程《終極的選擇》中，選拔出來的參加者是來自美國、中國及日本的學生們，在認真討論福島事故後，對於是否贊成核能的問題，絕大多數表示贊成，此事必須受到高度的重視。日本原子力學會的Senior NetWork（SNW）獲得台灣的謝牧謙教授的幫助，舉辦與清華大學學生的座談活動，雖然有很大的成果，但希望今後兩國的莘莘學子們能夠將能源問題視為自己的問題，認真的進行交流。

（原文刊載於日本原子力學會誌，Vol.53,No.11）



<福島事故後續報導>

福島事故後 擁核勢力贏得選舉

文・劉振乾譯

自從311福島核災之後，日本所舉辦的電廠所在地地方選舉，都由擁核人士獲勝。

最大的原因乃是電廠所在地的居民認為，即使發生核電廠事故，核能發電仍是地方經濟與就業不可或缺者。

日期	地點	參選者	主要政見	結果	備註
4/24	福井縣敦賀市	現任河瀨一治市長另有3名新人挑戰	河瀨一治市長認定「核能發電爲地方產業」	河瀨一治市長5度連任	運轉中：日本原電公司敦賀電廠1、2號機
4月	北海道泊町(村議會)			擁核議員占多數	運轉中：泊電廠1-3共3部機組
9/25	山口縣上關町	柏原重海町長與一名反核人士	「要邀請企業下鄉非常困難，沒有核能發電的造鎮將很困難」	柏原町長以兩倍票差達成3連任(柏原町長曾任町公所的核能發電對策室長，專責邀請電廠事宜)	由中國電力規劃的上關電廠(ABWR與核四同一類型)，原已核准動工，因311福島核災而暫停
10/2	北海道岩內町	現任的上岡町長與反核的前任町議員對決		以3倍差的票數，擁核的現任町長當選	鄰近泊電廠
11/4	宮城縣女川町	只有須田善明一人（前町長之子，前宮城縣縣議員)	縣議員任內，頗支持核電廠	自動當選	運轉中:女川電廠1-3共3部機組也接受311地震的考驗



電廠所在地的地方政府要求「繼續下去」

在日本中央政府積極推動修正能源政策之際，地方政府相繼拜會經濟產業省，要求電廠「繼續下去」，或讓暫停施工的核電廠重新開工。

由福井縣內核電廠所在地區地方政府所組成的「福井縣核電廠所在地市町協議會」，山口治太郎會長(美濱町長)等人拜會經濟產業省枝野大臣，提出要求電廠「繼續下去」的申請書。（譯按：福井縣被稱為「原發銀座」，擁有13部發電中機組，另有1部建造中的機組MONJU）

而青森縣大間町的金澤滿春町長等人則拜會經濟產業省松下副大臣。大間町有J-Power公司所興建、預定2014年商業運轉的大間核電廠，但是震災後停工。金澤滿春町長陳情:「經濟狀況很壞，請務必盡早復工。」

國際能源署勸告日本「減核可能對日本不利」

國際能源署（IEA）秘書長胡非恩2011年11月16日在東京的國際能源研討會上宣稱：「變更核能政策對資源缺乏的國家，其影響最大。」而對日本的能源安全保障表達憂心。他同時指出，核能發電比率的下降，會帶來能源進口金額的上升，假設核電廠都停止運轉，每個月日本要增加30億美元的追加成本。

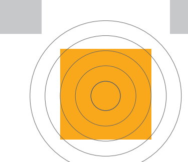
歷來國際機構的高層人士對加盟國的能源政策做如此深入的發言，可說是少之又少。

胡非恩秘書長在日本的「綜合資源能源調查會」（經濟產業省的諮詢機構）中提供給日本的訊息是：「能源政策必須考慮安全保障、經濟性、可持續性。」因此節能、可再生能源、核能的安全利用都是必要的。

秘書長又表示：「可再生能源是有希望的，但是要投入更多的補助金與耐心。」同時，有必要考慮與財政緊縮的平衡，家庭及產業的負擔，對過度依賴可再生能源提出警告。

資料來源：日本電氣新聞 2011/11/8、11/17；日本經濟新聞 2011/11/30





<福島事故後續報導>

福島事故之後 為何還要留下核能？

文・劉振乾譯

有必要留下核能

世界人口已經超過了70億人。如果開發中國家也追求與先進國家相同的生活水準，所消費的能源恐怕不只現在的10倍。曾經以核能為題材寫過很多篇小說的作家高嶋哲夫認為，以世界規模考慮能源問題時，「核能是有必要留下的技術」。身為引起福島事故的當事國，「製造出更安全的核能發電乃是日本的使命」，他強調重要的是「具有身為世界中的一國的意識」。

問：您對政府的「擺脫依靠核能」的方針，有什麼看法?

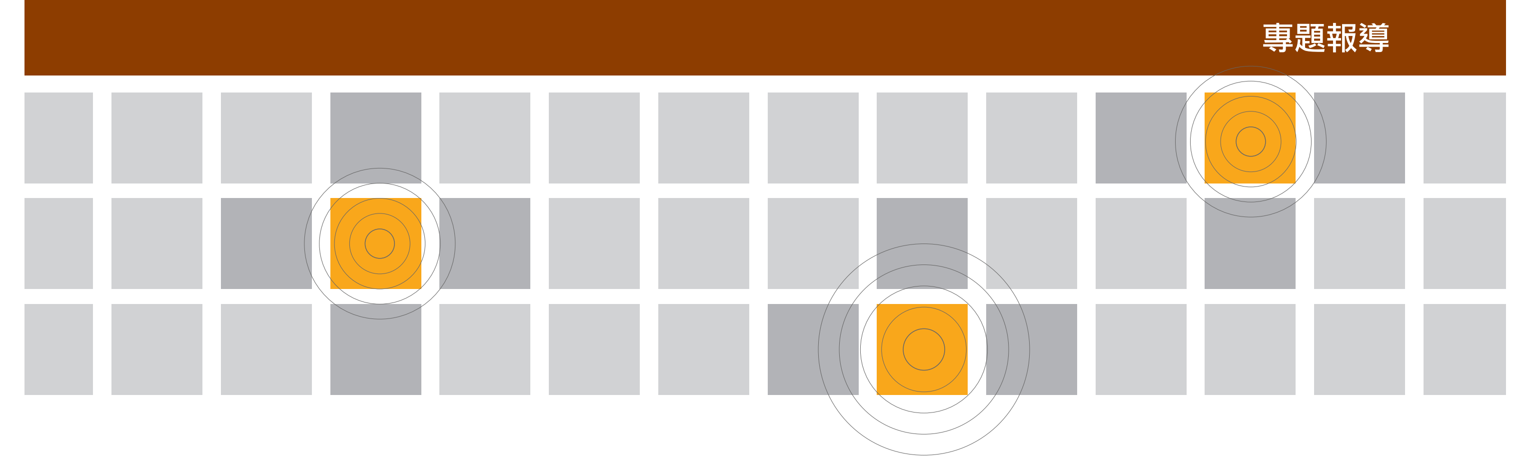
答：在發生如此重大事故之後，以政府立場不得不提出此一方針。不過政府與電力公司似乎都低估了事故的嚴重性。當世界正要往推動核能大步邁進的時候，被福島事故打了一巴掌。雖是如此，因應似乎慢了一拍。現在應該將事故的一切完全攤開，集合全世界的智慧，圖謀解決的方法。我覺得政府想私自在自家圈子裡善了，因此國民對於政府與東京電力公司失去了信心。

考慮反應爐的性能

問：事故至今已經歷約8個月，事故剛發生的時候與現在相比，您對核能的看法有改變嗎?

答：近乎完全翻轉的改變。以前對人家說核能是安全的，自己也如此相信，但是現在已不能這麼說。這次的事故就差在那麼一點點，只要冷卻系統能啟動，即使是千年一次的大災害也能確保安全，但是事與願違。不過，如果將福島一廠這種40年前蓋的反應爐與最新的反應爐相提並論，認為全部都是危險的想法，讓人無法接受。

例如中部電力公司的濱岡5號機是2000年代製造的反應爐，各方面的安



全性甚佳。(註：濱岡5號機是改良型沸水式反應爐，與台灣的核四廠相同)。另一方面，福島一廠的1號機卻是美國GE公司設計，未考慮日本的國情而建造的舊型反應爐。東北電力公司的女川核電廠就通過了考驗，其冷卻系統正常啟動，而且成為當地居民避難的地方。

其差異如此之大，就科學上而言，安全的反應爐就要讓它們再啟動。(註：如今有很多完成大修的反應爐，因日本政府未批准尚無法啟動)。

世界人口的增加

問：該如何與核能和平相處?

答：像日本這樣多地震、有海嘯風險、電廠又必須設立於海岸邊的國家，再增加核能是否符合經濟效益，應有討論空間。不過只在日本國內講擁核或反核是成不了大局的。全世界的人口已超過70億人，要養活這麼多人，核能發電是無法捨棄的能源。對日本而言，積極的參與世界核能發電的好處多多。日本人不是以個體就得以生存，世界上其他人擁有追求與日本人一樣生活水準的權利。我們必須了解日本標準與世界標準的差距。

問：如果要降低對核能發電的依存度，日本的產業、社會結構、生活形式會改變嗎?

答：產業結構如果不維持現在的水準，那日本這個工業國就完了。產業界拚命關日光燈來省電，不過這種不該省的電也要省的狀況持續下去，就會導致失去國際競爭力。省電(節能)意識是重要的，但也不能過於極端。

問：研究人員擔心核能研究會被斬草除根。

答：是有這種不安，這是應該憂慮的問題。美國從三哩島事故以後，對核能的消極姿態就定了型，技術卻被日本吸收。為了避免重蹈覆轍，日本應該從大局著想，放眼世界。不是用電力公司的立場或是日本的立場，而是以全世界的立場，思考最適當的能源結構。日本把安全的核能技術輸出到國外，藉著充實國際的輸電網，也許有一天日本能從國外的核電廠進口穩定的電力。

國際能源總署估計2035年核能發電量增加70%

國際能源總署（IEA）2011年11月9日發表2011年「世界能源展望」，預估2035年核能發電量與2010年相比將增加70%。

這是以各國依公約執行能源政策時為前提，福島事故後雖有德國、瑞士與義大利決定廢核或降低對核能的依存，但對2035年核能發電量預估所帶來的影響甚微。

來源：電氣新聞2011/11/9、日本經濟新聞2011/11/10

<福島事故後續報導>

福島核一廠冷停機 機組進入除役階段

文．編輯室

日本首相野田佳彥於2011年12月16日公布，福島核一廠反應爐進入「冷停機」階段，等於3月11日後的事故狀態宣告終結。由日本東京電力公司、經濟產業省和原子力安全保安院起草的福島核一廠除役準則，在2011年12月底由政府核可通過，預估會在30-40年內完成除役。日本政府並將重新審核20公里疏散區計畫。東電亦表示，廠外最近區域增加的輻射曝露量，每年最多僅為0.1毫西弗。

東京電力公司在復原計畫中，將「冷停機」定義為－反應爐壓力槽較低的區域的溫度，維持在攝氏100度以下。日本政府指出，福島一廠的1、2、3號機，現在溫度低於攝氏100度，釋出的放射性物質，約為事故當時的1,300萬分之1。

福島核一廠除役分為三階段，主要目標為：1.移除4部反應爐用過核燃料池內燃料；2.移除3部損毀反應爐心熔毀的燃料棒；3.拆除反應爐設施。執行這些任務，會受設施殘骸數量和廠址受污染區域面積的影響，尤其是1、3和4號機的廠房頂部部分。



▲為了讓除役工作順利進行，必須先清除反應爐廠房頂部的殘骸。(東電示意圖)

福島核一廠除役　優先移除用過核燃料池內燃料

東京電力公司指出，他們將在兩年內開始移除4號機的用過燃料池內燃料；3號

機則將在2014年底前進行。至於1號機，東電預計將以3、4號機的用過核燃料移除經驗，規劃移除燃料作業；2號機則先等到反應爐廠房內除污完畢和現有用過燃料處理設備到位後，才會著手進行。這些工作預計在10年內完成，屆時再決定要使用何種技術，再處理和暫存用過核燃料。

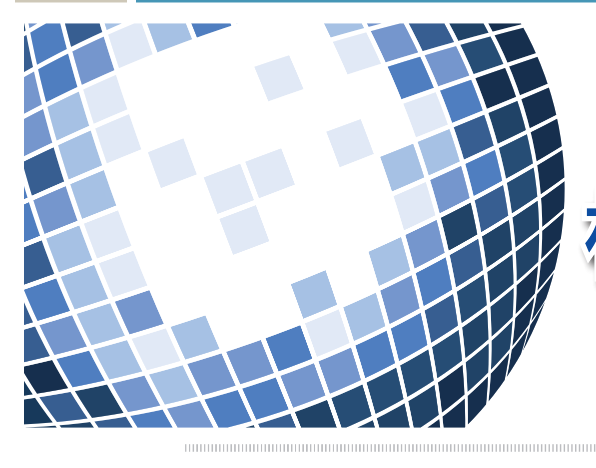
至於反應爐內的燃料，它們的確切所在地和狀況，目前仍不明朗。但稍早的分析指出，1號機的燃料已經熔毀、掉入反應爐容器底部。各界咸認2號及3號機爐心嚴重過熱，絕大部分應該已熔毀到足以掉入反應爐容器底部的程度；少部分的爐心，則可能掉入反應爐容器洞內、墜入乾井。至於4號機，事故發生當時，爐心並沒有燃料。

東京電力公司預計在2015年初前，進行1、2、3號機反應爐容器漏水研究和反應爐廠房內部初期除污。然後，再進行反應爐容器上部漏水檢修，使其之後可注滿水。移除受損燃料棒預計要花10年，但東電表示最少要10-15年。1-4號反應爐設施拆除，大概需要30-40年。

同時間，東京電力公司表示，為了維持反應爐等同於冷停機的狀態，他們將會持續注水到反應爐中，直到移除熔化的燃料棒。在2012年前，日本將會設置處理受污染水的處理設施。預計10年內，反應爐內和渦輪建物蓄積的水會處理完畢。2014年底前，則會興建防止受污染地下水進入海洋的隔離牆。

福島一廠還會實施除污措施，目標在減少對工作人員和民眾的曝露劑量；廠外的劑量減低作業，也會同時執行。東京電力公司目標在2012年4月前，將廠址邊界的有效輻射劑量，維持在每年1毫西弗以下。(譯註：台灣人天然輻射劑量，每年約為2毫西弗)

來源：WNN News 2011/12/21



核能經濟與安全

文．江仁台

核能發電協助經濟發展與減碳環保

經濟是生活的源泉（life blood），是社會進步的原動力。沒有旺盛的經濟，社會很難繁榮，文化很難發展，弱勢族群也很難受到關懷。

核能是豐富的能源，是經濟發展的一大助力。沒有核能，發電成本將大增，減碳環保的目標也很難達成。

由於發電成本低，並有多重的安全設計，核能發電在先進國家長期的被廣泛使用。

風力、水力、草木生長、煤和石油來自太陽能，而太陽能來自核熔合能。因此，地球上所有的能源，都直接或間接來自核能。

先進各國雖努力的在研發太陽能發電、風力發電和再生能源，但成本與規模都很難與核能發電相比。

由於石油價格高漲，也由於憂慮因燃燒汽油、煤而大量排放二氧化碳，造成空氣污染與地球溫室效應，引起巨大的氣候變化（如酸雨、超級颶風和地球溫度加速上升），世界上許多國家（包括美國、日本、法國），在遭到日本福島海嘯核能嚴重事故的衝擊後，仍然在加強核能安全監督的原則下，理智而且負責的維持核能發電。這些國家能源決策的考量，除核能安全外，主要就是核能經濟。

核能事故分析

核電廠事故外洩入空氣的輻射落塵，以碘-131為主，會放出輻射線的核種。落塵的輻射強度雖受風向的影響，但基本上與距離平方成反比，譬如日本福島距台灣很遠（超過1千公里），落塵飄到台灣，輻射強度已小到測不出來(飄到台灣的輻射強度，小於在日本距福島事故電廠1公里處輻射強度的100萬分之一)。此外，碘-131的半衰期為8天，衰減得很快。換句話說，若落塵從福島飄到台灣須8天，落塵中碘-131的輻射強度，已衰減為當初的一半。

核能發電已有50多年的歷史，在此期間，以1979年3月28日在美國發生的三哩島事故，1986年4月26日在俄國發生的車諾比爾事故，和2011年3月11日在日本發生的福島事故最為嚴重。

三哩島事故和車諾比爾事故是人為疏失，福島事故則是大地震和超級海嘯天災造成的。

三哩島核能事故，由操作人員的疏失引起，核電廠部分燃料棒因缺水冷卻，導致燃

料金屬包管熔裂，但第二重防線反應爐壓力槽和第三重防線圍阻體沒有損壞，只有少量放射性氣體自圍阻體外洩，無人傷亡。30多年來，對附近居民健康也沒有察覺到的影響。

車諾比爾核能事故也因操作失誤引起，核反應爐中子減速劑石墨在高溫下起火燃燒，反應爐內也在高溫下產生大量的氫氣造成爆炸，反應爐壓力槽爆破後，噴出的輻射性氣體飄至東歐、北歐和西歐。歐俄地區被輻射落塵嚴重污染，有56人直接死亡，其中47人為核電廠工作人員，9位兒童因得甲狀腺癌死亡，間接因癌症死亡估計約有4,000人。

美、俄兩國這兩個最嚴重核能事故的結果，比較起來有天壤之別。主要原因是，當時在俄國不注重人命，核電廠設計的安全度與運轉的管制，有嚴重的缺失，以致造成巨大的人禍。

日本福島核能事故，由9級大地震和超級海嘯 (浪高13至15公尺，而擋水牆僅高5.7公尺)天災造成。福島核電廠有6部機組，均為沸水式反應爐，多由美國通用電氣公司（GE）製造 (台灣的核一、核二和核四廠，也是由GE製造的沸水式反應爐)。地震發生時，第1、2、3號機組在發電運轉，第4、5、6號機組處停機狀態。

地震發生後，1、2、3號機立刻正常停機，但正常供電遭大地震損壞。然而，6部機組反應爐內燒過燃料的大量核分裂產物和中子活化產物，仍產生大量的衰變輻射餘熱，須由電馬達轉動的冷卻供水系統不停的將餘熱帶出。正常供電中斷後，電廠的13座緊急柴油發電機立刻開動，向冷卻系統馬達供電，維持燒過燃料的冷卻。

但地震發生後約50分鐘，超級海嘯高浪打入並湧進柴油發電機組，機組損壞，停止供電。隨後，冷卻系統馬達由備用直流蓄電池供電。8小時後，直流蓄電池備用電用完，冷卻系統馬達停止供應冷卻水，輻射餘熱使燒過燃料的溫度急速升高，致使1、2、3號機大量燃料金屬包管熔毀，但第二重防線壓力槽仍大致完整。1、3、4號機內在高溫下產生大量的氫氣造成爆炸，損壞機組外層廠房，1、3號機的氫爆更損壞2號機的外層廠房。此外，4號機內也多處起火。

好在高地上還有3座備用緊急柴油發電機仍完好，可向5、6號機冷卻系統馬達供電，使5、6號機未損。事故發生9日後（3月20日），恢復供電，但1、2、3、4號機已毀，大量會輻射的核分裂產物，已外洩入空氣和排入海水中，造成核災。不幸中的大幸是，無人因這次核災死亡。然而超級海嘯，卻造成約28,000人喪失生命。

人體對低輻射傷害有抵抗和修補的能力

發生事故的核電廠並不是唯一的輻射源，空氣中有許多來自太空的宇宙射線，地上有許多來自地表的天然輻射線，人體細胞內有許多會放出輻射線的鉀-40和碳-14，而且照x光和看電視人體也會受到輻射線照射。

大家若不健忘的話，應記得20多年前，台灣鬧得沸沸揚揚的輻射鋼筋屋事件，基於輻射線對人體有害的認知，原子能委員會每年都對輻射鋼筋屋居民做健康追蹤檢察。20

多年過去了，發現輻射鋼筋屋居民得癌症的比例較他處居民為低（參考文獻：W.L. Chen et al., "The Beneficial Health Effects of Radiation Experienced in the Incident of Co-60 Contaminated Apartments in Taiwan," 48th Annual Meeting of Health Physics, June 20-24, 2003, San Diego, California, USA.）。

這樣的追蹤檢查結果十分有趣。從輻射生理學分析，這個結果有道理，因為癌細胞是分裂很快的細胞，而分裂很快的細胞受輻射線的破壞比正常細胞較大，這也是使用輻射線治療癌症的原理。我們人體多少都帶有少量的癌細胞，低輻射線可殺傷這些少量的癌細胞，而降低癌症的得病 。

其實，人體對微量輻射線傷害，有抵抗和修補的能力，否則人類在充滿了低輻射線源的自然環境中，很難生存。加以低劑量的輻射線照射，已有上例顯示可降低得癌症的百分比。因此，大眾對低劑量的輻射，不須恐懼。

台灣核能發電的回顧

台灣的核一、核二和核三廠，各有兩部機組在運轉發電，核四廠兩部機組仍在建造中。

核一廠是美國GE公司製造的第4代沸水式反應爐，於民國60年底開始施工，1、2號機分別於67年12月及68年7月開始商業運轉。興建期間，民國62年發生第一次石油危機，火力發電成本爆增，影響能源的供應。核能發電的迫切性提高，同年，政府將核電廠列入十大建設，顯示政府對基礎能源建設的重視。

核二廠是美國GE公司製造的第6代沸水式反應爐，於63年9月開工興建，1、2號機分別於70年12月及72年3月商業運轉。

核三廠是美國西屋公司製造的三迴路壓水式反應爐，於67年開工興建，1、2號機分別於73年7月及74年5月商業運轉。

核四廠是美國GE公司製造的第7代進步型沸水式反應爐，88年3月17日動工。89年10月27日因政治紛擾停工。然而，在司法院大法官釋字第520號解釋文和巨額違約罰金的雙重壓力下，經行政院與立法院多次協商，核四廠在90年2月14日復工。

依據台電內部資料顯示，核四違約暫停損失1,350億元，再加計工程費追加848億元，合計約2,200億元，相當於台灣民眾平均每人損失約1萬元。

結語

火力發電成本高，並會大量排放二氧化碳，造成空氣污染與地球溫室效應。水力發電成本雖低，但有局限性。太陽能發電、風力發電和再生能源，也有局限性，無法大規模的發電。

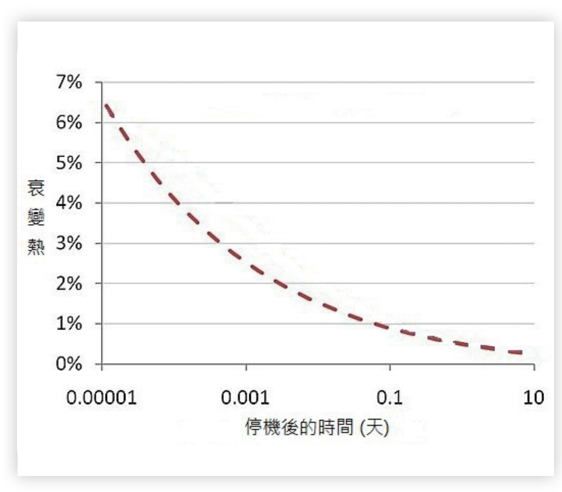
核能發電已有50多年的歷史，技術成熟，發電成本低，有助經濟發展和減碳環保。而且建造美國輕水式的核電廠，安全度高。

美、俄、日三國曾發生嚴重的核能事故，仍維持核能發電。就核能安全和經濟發展考量，國家能源的決策，在加強核能安全監督的原則下，應參照美、日等國，理智而且負責的維持適度的核能發電。

（作者任職於美國美華核能協會）

核子反應爐與廟旁金爐

文・王士珍



▲ 圖1.衰變熱時變圖

福島事故發生後，在日常生活中，看到一些現象與民眾的問題，將之整理分享大家。

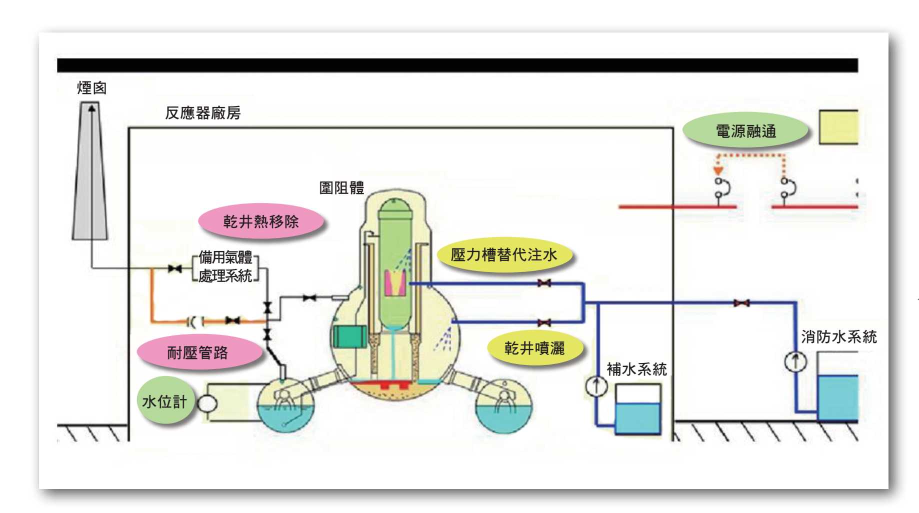
其一、在網路上看到網友的問題：「為什麼福島核電廠無法關閉？趕快把控制棒完全插入不就終止反應爐了？冷卻系統有問題為何還不趕快關閉反應爐？」，在此解釋一下，希望有所幫助。

核電廠與一般火力電廠不同，一般火力電廠將火源關閉後，就不再產生能量了；而核電廠將控制棒插入後，連鎖反應就立即終止，但是還會有約7%的核分裂核種衰變所產生的熱繼續產生，再逐步衰減。這些衰變熱會持續很長的時間如圖1，必需靠餘熱移除系統將衰變熱移除。如果不幸喪失冷卻功能，則原有的冷卻水會被蒸乾，然後燃料棒溫度會上升，最後導致燃料棒熔毀、分裂產物外釋，因此冷卻系統有問題並不是將反應爐停機就能解決，還需要好好伺候這難纏的衰變熱。

其二、清明節回高雄掃墓時，看到某寺廟旁燒紙錢的火爐如圖2，裡面燒著銀紙，紅紅的一片，外殼上面有2個小煙囪排煙。外殼溫度很高，旁邊有個小水柱，將水珠噴灑到外殼上去降溫。這畫面不禁讓我聯想到與福島事故有些類似的地方，金爐裡面紅紅的一片，好比反應爐的爐心，衰變熱不斷釋出，爐心被包在圍阻體內，溫度很高的外殼好比喪失冷卻系統的圍阻體，溫度不斷升高。有害廢氣由外殼上面的煙囪不斷地排出，旁邊的那個小水柱好比事故下自圍阻體移熱的「撇



▲ 圖2.廟旁的金爐



◀ 圖3.核電廠嚴重事故指引

步」，將水珠噴灑到外殼上面，去降低外殼的溫度，試圖冷卻圍阻體。

其三、朋友傳來一份email，標題是「水是最好的藥」，簡述美國巴特曼博士的大作。文中提及巴特曼博士發現水可以治療心臟病和中風，因為水能稀釋血液，有效地預防心腦血管阻塞；骨質疏鬆症，因為水能使成長過程中的骨骼變得更加堅固；高血壓，因為水是最好的天然利尿劑；失眠，因為水能夠產生天然的睡眠調節物質—褪黑激素；糖尿病，因為水能夠增加身體內色氨酸的含量。同時，人體內還有一個乾旱管理機制，在人體缺水時，會嚴格分配體內儲備的水，並讓最重要的器官先得到足量的水以及由水輸送的養分。水的分配中，大腦處於絕對優先的地位。大腦占人體重量的1／50，卻接收約1/5的血液與水。身體缺水時，乾旱管理機制首先要提供水給重要器官。

對核電廠而言，水也扮演著重要的角色，它是冷卻劑，吸收核分裂產生的熱，將水蒸發成高壓蒸氣，去推動渦輪機發電；當機件發生故障，無法順利供水時，反應爐衰變熱無法移除，就可能發生爐心熔損的嚴重事故；為因應核電廠嚴重事故，各電廠均發展一套專屬的嚴重事故處理指引如圖3，指導電廠人員如何去降低事故的嚴重性，保障民眾的安全。「水也是最好的藥」，最重要的救援方法就是找到水源、電源、幫浦，設法將水注入，以冷卻爐心；它也有一個「乾旱」管理機制，在電廠缺水時，嚴格分配廠內儲備的水，並讓最重要的系統先得到足量的水，以移除衰變熱。

福島事故後，各電廠均增加其注水設備，預先準備好充足的水源、電源及其線路，以防萬一；此外，更制定出斷然處置方案，在必要時寧可灌海水，不惜犧牲電廠，也要確保民眾的安全。核能發電不會產生二氧化碳，成本又低，確實是乾淨又廉價的能源。福島核電廠事故發生後，發覺其狀況超出原先的設計範圍，有必要重新評估、改善。在此衷心祝福日本福島事故早日收場，我們應記取福島的教訓，提昇核電的安全，更期盼能夠平和地在民眾安全與國家競爭力之間取得平衡。



▲ 圖1.福島核一廠

福島事故研究心得分享

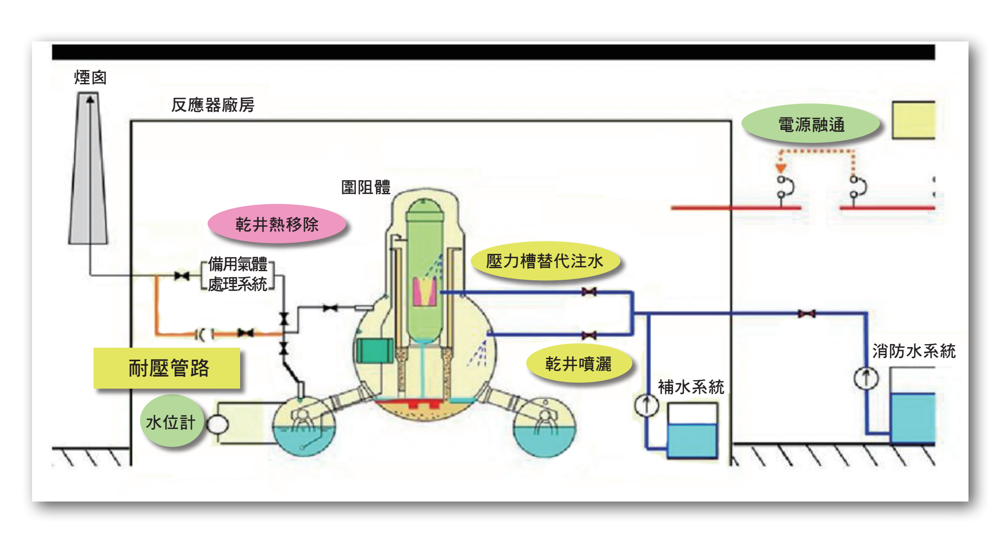
文・王士珍

福島事故（圖1）發生不久，國內也是餘波盪漾，手邊的事越來越多，同事們也疲於奔命，2組人馬分別協助核一、二廠聯合核安演習，我守在辦公室瞭解、分析福島事故。目前福島事故狀況逐漸明朗、透明，長官要我近期做個簡報，我就帶著3位年輕同仁進行分析工作，同時安排他們分別報告成果，他們也興致勃勃，全力以赴，我這個老師傅也趁此機會傾囊相授。今天下午召集3人，討論研究結果，一進會議室，就聽到他們在談，昨天沒什麼睡。我聽了之後，感同身受的告訴他們，這幾天上午4點多就起來準備簡報資料，真是同病相憐，都感染了「福島事故症候群」。

福島事故對全世界核能工業均帶來極大的衝擊，乾淨又廉價的核能，再次受到嚴峻的考驗。就以往的經驗發現，許多國家將核安相關的研究視為商業機密，很難取得，針對敏感的問題往往避而不答；福島事故發生後，許多人質疑日本有沒有處理核電廠嚴重事故的指引，昨天到台電公司授課時，簡介日方的嚴重事故處理指引（圖2），說明這是日本自行發展的，詳情很難獲得，台下有人回應「還好沒參考他們的」。

此外，還有令人扼腕的是，福島事故發生後，美國某電力公司發布訊息，表示這種事故在美國不可能發生，因為美國在911事故後，積極研究「反恐」方案，要求境內各核電廠必需增添移動式柴油幫浦，並備妥由廠外水源注水到反應爐壓力槽、圍阻體、用過燃料池的程序書；修改設計，增加連結移動式柴油幫浦的接頭；發展在喪失電源時，手動開啟反應爐釋壓閥及圍阻體排氣閥的程序書，同時，詳加練習。

如果這些「反恐」措施能夠與各國分享，福島事故勢必可以倖免，核能界似乎應當以寬廣的心態來正視核安問題，畢竟核安無國界，任何一個國家的核電廠出問題，大家都無法倖免，大家已是一個生命共同體了，積極進行交流、提昇緊急運轉、事故處理、緊急應變等技術與能力，才是解決之道。



▲ 圖2.日本核電廠嚴重事故處理指引

福島事故是因喪失所有交流電源外加長期喪失餘熱移除能力，而導致的嚴重事故，在執行緊急運轉程序階段，執行壓力槽注水失敗，導致爐心熔損、氫爆；目前事故資訊逐漸透明，看過日方公布的事故演變過程後，我的直覺反應是2、3號機有充裕的時間進行低壓注水及圍阻體排氣，福島事故似乎可以避免。

我覺得問題的癥結在由高壓注水幫浦因直流電源用罄，轉換到臨時運來的替代低壓幫浦注水時，轉換失敗，壓力槽內壓力太高，注水流量不足，甚至無法注水，爐心無法完全被水淹蓋。肇因是執行注水時，壓力槽洩壓不夠，同時，未善用排氣功能，減低槽內壓力。

在2011年4月中旬向長官簡報時，我認為解決方案是應善用圍阻體排氣功能，配合壓力槽洩壓策略，使低壓幫浦能以最大的流量，注入壓力槽，並使爐心完全被水淹蓋，避免爐心裸露；即使無法避免爐心裸露，也要盡量降低槽內壓力，使爐心完全被水淹蓋。這陣子很忙，但也頗有成就感，就待真相大白後，看看謎底。

2011年11月中旬看到核子動力運轉研究所(INPO)的報告指出「福島事故延遲圍阻體排氣，導致爐心狀況惡化」的報導，與我的看法不謀而合；事故過程中，壓力槽內壓力太高，緊急徵調來的消防車(小型低壓幫浦)無法有效注水，導致爐心熔毀，若即時執行圍阻體排氣，配合壓力槽洩壓策略，使消防車能以最大的流量，注入壓力槽，使爐心完全被水淹蓋，或許可以避免此浩劫。

即時執行圍阻體排氣，會導致冷卻水中的微量放射性物質外釋，然而，可以保持爐心(燃料棒)完整，在電廠正常運轉時，決不輕易排放，以保障居民安全；然而遇到超出設計基準的事故，延遲圍阻體排氣會導致爐心熔毀，大量放射性物質外釋，此時需懂得變通，兩害相權取其輕，宜即時執行圍阻體排氣，避免更大的災難，也就是「不用霹靂手段難顯菩薩心腸。」樂於分享近年來的研究心得。

（本文作者為核能研究所研究員）

這些說法的真相

文・編輯室

台灣用電過剩，只需要維持7、8成發電量就夠了，不需要核能發電

台灣近期備用容量率相對偏高的原因，是97、98年全球景氣衰退影響國內經濟，進而造成用電需求銳減，甚至負成長所致。99年經濟復甦後用電又大幅成長，預估至102年備用容量率將降至政府核定的16%水準以下，未來不但不會發電過剩，恐怕有電力供應短缺之虞。

太陽光電受日照影響，全年平均發電時數僅占1/7，約1,250小時。也就是說，全年約有7,510小時無法發電，即便是在「用電最多的尖峰夏季下午時段」，太陽光電也會因為天氣轉陰，或下西北雨而無法發電。

太陽光電每發1瓩電所需土地面積約10平方公尺，而核一、二、三廠每年總發電量約400億度電，如果完全以太陽光電取代核電，必需設置3,200萬瓩太陽光電，所需土地面積達320平方公里。以中山高速公路總長度約400公里及寬度30公尺計算(總面積約12平方公里)，約需鋪滿27條中山高速公路，或是覆蓋1.2個台北市的土地面積(台北市面積270平方公里），才足以提供相同的電量。

台電提高核廢貯存密度，非核家園跳票

台電公司核二廠用過核燃料乾式貯存設施興建計畫，預計可貯存2,400組以下的用過核燃料，目的是為核二廠持續運轉至40年執照效期屆滿的需要，與政府2011年11月初公布的「穩健減核」能源政策不相牴觸。

用過核燃料乾式貯存箱，其產品型式選擇都遵照環境影響評估的程序，並符合法規要求。

混凝土護箱是參考美國核能管制委員會(NRC)網站公布核准使用的型式，可貯存87組用過核燃料，經過美國核管會核准。

混凝土護箱貯存用過核燃料數量不論為多少，都要達到結構、熱傳、核臨界、輻射屏蔽、意外與抵抗自然災害各方面的安全要求；對於民眾的輻射安全評估，則要以全部混凝土護箱所貯存的用過核子燃料數量，作為計算劑量的基礎，核二廠所使用的產品型式都符合相關法規要求。

台灣核電廠耐震水準不夠，無法抵抗強震

美國加州的戴布羅峽谷核電廠，在設計施工時發現外海有一斷層，因此提升其地震係數至0.76g；但是美國東部地震危害較低地區的地震係數就很低，以100年8月23日維吉尼亞州發生罕見地震為例，距離北安娜核電廠14 哩處發生規模5.8地震，該廠設計基準地震僅0.12g，在廠址地表上測量到0.26g。



該廠在檢查結構系統組件後發現損傷輕微，經過評估結構耐震力可達原設計的2.5倍，11月27日美國核管會已同意恢復運轉。核電廠耐震設計需求值是依法規、地質地震環境而不同；台灣核電廠是依美國核能法規設計建造，其耐震水準與美國相當。

日本311事件後，台電各核電廠已於100年8月委請原設計廠商進行超越設計基準時耐震餘裕評估，在遇到大於「安全停機值」地震時應保證能安全停機，預計102年12月評估完成，並將視評估結果進行後續補強作業規劃。另外今年年底以前完成2條安全路徑的耐震評估，與此路徑有關的設備、組件及系統均需檢查評估，以確保強震下仍能維持應有的功能，且依法規要求能維持72小時的運轉。

核四廠防海嘯設計不符合國際標準

台電於72年委託成功大學台南水工試驗所對核四(龍門)廠址是否適合作為核電廠建廠用地的評估，因當時欠缺對地震震源位置及地震時海床垂直位移(抬升)的數據，精確度不足，屬於初步評估數據。

台電於74年再度委託同一團隊作較精確的分析評估，採用的評估方法符合美國核管會法規的要求，研究方法更嚴謹保守；並採用數值模擬，評估結果更精確。

依此評估報告推算出8.07公尺作為核四廠的海嘯設計值，依照評估報告的建議，將核四廠廠區高度訂為12公尺。另外，行政院國科會已進行海嘯模擬研究，顯示北部核電廠所在地區可能發生海嘯上溯高度最大不超過4公尺，對核四廠不致構成威脅。

核四貪便宜採用ABWR，又是爐內泵方式的冷卻水再循環，連結部位脆弱，最不耐地震

核四廠採用的是第三代改良式進步型沸水式反應爐（ABWR），是目前國際間唯一具有運轉實績的第三代反應爐，安全設計採用「深度防禦」，獲得美國及日本政府的核能管制機構核准，設計安全性比早期的沸水式核能機組更高。

耐震設計方面，核四廠所有與安全停機有關的結構、設備及組件(包括專欄所稱的爐內泵)，都以廠房基礎地底岩盤發生水平加速0.4g的地震強度設計，此設計基準是以1908年發生在台灣東部規模7.3 的地震，並假設該地震發生在距離核四廠5公尺處的地體結構區分界處來推算而訂，設計過程嚴謹保守，不會容許有連接部位脆弱的情況發生。

核四工程是國家重大發電建設，也是全民關注的焦點，未來將依照政府的要求通過「完整且嚴謹的試運轉測試」，並透過政府分層監督管理與國際公正單位的評估視察，在絕對確保安全的前提下，核四才會穩定商轉。



多數反應爐關閉 日本核能發電量下降

文．編輯室

隨著高浜核電廠2號機關閉做定期檢修，日本全國的營運中的核電廠發電比例，從以往的3成下降到現在的2成以下。與2010年同期相比，日本2011年10月全國總發電量為712.8億度，下降5.6%；核能發電則陡降72.3%，掉到67.3億度；全國反應爐平均容量因數則從70.5%，下降到19.5%。

截至2011年11月28日為止，日本總數54部的反應爐，只剩10部在營運中。也就是說原本近5,000萬瓩的核電容量，現在下降到903萬瓩，僅剩18%。未營運的27部反應爐，在關閉檢修中，還沒獲得重啟核可；17部則是因為海嘯或是政府下令而關閉。

日本關西電力公司於11月25日宣布，暫時關閉高浜核電廠2號機(82.6萬瓩壓水式反應爐)做定期檢修。關西電力公司指出，檢修預計耗時4個月，但是不確定何時可獲得重啟核可。反應爐重啟除了需要中央政府核准之外，還需要地方主管機關同意才能進行。在某些地區，反對重啟反應爐的聲浪，依舊相當高。

日本政府於7月表示，反應爐必須通過兩個階段的壓力測試。第一階段適用於「定期檢修而關閉」的機組，測試反應爐是否能承受強烈地震和海嘯侵襲。在此階段，電力公司必須依照日本中央主管機關訂定的導則，評估反應爐核心組件的安全設計餘裕。根據初期測試結果，日本政府會決定反應爐是否可以重新營運。然而，雖然某些反應爐已經做過測試，但日本政府仍未決定重啟任何機組。第二階段的測試，則適用於「全體」機組，目的在於強化定期安全檢查的可靠度，與歐盟主導的歐洲反應爐壓力測試類似。

日本關西電力公司預計下個月再關閉兩部反應爐—大飯2號和美浜2號，做定期檢修。屆時關西電力公司旗下的核電廠群，只剩高浜3號機在營運中，但在2012年2月，該部機組也將關閉檢修。同時間，九州電力公司將在12月初關閉玄海1號機檢修、4號機隨後也加入檢修隊伍，因此九州電力公司全數6部反應爐很快將閒置。

若在2012年中前，日本政府還未核可重啟任何反應爐，屆時全國的反應爐都會處在關閉、未營運的狀態。

來源：WNN News 2011/11/28







▲ 圖：人民黨黨魁拉霍伊進行投票

新總理上任 西班牙反核立場軟化

文・編輯室

西班牙於2011年11月20日進行大選，由黨魁拉霍伊領軍的人民黨，以44%的得票率，打敗執政7年的社會黨政府。拉霍伊在大選期間，對核能議題相當低調。然而，跟社會黨的反核態度不同，人民黨承諾不偏廢任何類型的能源組合。西班牙反核政治生態，似乎隨著大選和甫出版的新建核電廠報告，有所改變。

西班牙有8部反應爐，提供全國2成電力。該國於1984年推行禁建新核電廠政策，當時4部興建中的反應爐馬上停工，唯有崔羅反應爐得以倖存、在1988年完工。隨後，西班牙政府進一步緊縮核電發展空間，每部反應爐每次申請執照延長10年，除需獲得管制機關同意之外，還需內閣核可。

西班牙前朝政府於2009年，拒絕發出佳若納核電廠的延壽10年執照，縮短成只給4年。雖然管制機關表示進行部分技術更新後，該廠便可繼續安全營運，但新上任的人民黨表示，他們還是會蕭規曹隨。

西班牙核能研發策略委員會，似乎嗅到山雨欲來的核能辯論風暴，日前先發制人，出版西班牙核工業能否支援興建新反應爐的評估報告。 回首過往，在核電計畫發展最熱的1980年時，西班牙同時間有10部反應爐在興建中。該委員會認為，西班牙工業不是不能擔下新反應爐計畫重任。實際上，西班牙核工業強大的能力，很大部分是來自支援現有核電廠更新設備，和歷年來出口核子產品服務得到的經驗。

「世界經濟社會發展不能沒有核能，」西班牙核能研發策略委員會如是說。他們也特別強調，西班牙核電若能重新站上舞台，帶來的許多高科技就業機會和經濟動能，直接和間接影響，經濟效益「非常大」。

來源：WNN News 2011/11/23



反映現況 瑞士核電廠除役成本上升

文‧編輯室

繼瑞典當局重新分析成本、要把廢棄物處理基金費率調高3倍後，瑞士最近也評估，該國核電廠除役的成本會上升一成，達到225億美金。

瑞士5部反應爐提供該國4成電力，但因福島事故影響，瑞士政府決定不更新現有機組，等於瑞士將在2034年前廢核。瑞士每5年會考量最新的技術和通貨膨脹情況，重新進行核電廠成本分析，以進行核電廠營運公司該繳納的除役和廢棄物管理基金費率估算。此番成本分析是由瑞士聯邦能源處與瑞士電力公會組成的專家小組提供。

除役成本的計算，是以核電廠壽命為50年做估算。以瑞士一座核電廠來說，電廠關閉後的5年間，燃料移除、除役事前準備工作完成，預計要花費18億美金，此部分支出上升2%，完全由電廠營運公司支付，瑞士的除役和核子廢棄物基金不涵蓋。接下來的花費，主要是在電廠除役上，包括將用過核燃料移到中央中期貯存設施和做放廢最終處置，這些才是由前述國家基金支出。

電廠除役成本，以瑞士現有5座核電廠來說，跟2006年的評估相比，上升17%、達到32億美金。瑞士主管機關表示，數據參考了德國除役經驗，和其他先前未預料到的成本。截至2010年底為止，瑞士除役基金已有14億美金，未來還會持續壯大。

廢棄物管理占電廠除役支出主要大宗，為173億美金，比2006年上升一成。成本上升原因，為實際隧道鑽探工程難度高於預期和法令更加嚴格。瑞士的廢棄物管理基金目前有31億美金，隨著未來基金增加後，可以負擔其中的91億美金，其餘由電廠營運公司自理。

旗下有一座核電廠的BKW公司強調，新的評估會使得他們每年要多付1,100萬美金；擁有2座核電廠的愛皮克公司則說，他們每年要多繳3,300萬美金。瑞士聯邦能源處的評估，將會再由瑞士聯邦核子安全檢查署審核，最後由中央政府核可，最晚可在2012年底出爐。5年後，2016年還會重新再做評估。

來源：WNN News 2011/11/24

片面毀協議 比利時政府加課核能稅

Belgium

文．編輯室

比利時政府日前推翻2009年的協議，提出核電加稅案，眾家電力公司聞之色變，揚言提告。其中尤以GDF Suez公司反應最強烈，他們表示先前的協議，是政府和電力公司兩造同意。該公司一向遵守協議規範，他們會對新政府的提議「採取所有能運用的法律手段」，抗爭到底。

比利時核工業近幾年來需繳交特別稅，但新政府有意調整稅率，使得每年進帳從3億暴增到7.5億美金，對核工業打擊甚大。新特別稅案是比利時大選後，由6黨協商而成。聯合政府之一的綠黨表示，他們「完全不能接受」用來補助再生能源的核能特別稅，沒設定讓國庫每年進帳16億美金。

GDF Suez電力公司指出，比利時的特別稅，是德國政府核能暴利稅的兩倍。特別稅不是採用固定費率，而是要逼迫運轉多年、獲利成熟的反應爐吐出一半的獲益；裝置到反應爐內的核燃料，也必須付費。然而，比利時政府要效仿的前輩德國政府目前自身難保，遭國內電力公司聯合控告，並遭憲法法庭判定暴利稅違憲。

曾廢核　後寬鬆　現又推翻

比利時才於2009年底提出，要給原本2003年廢核案多10年的空間，讓反應爐有50年的運轉壽命。現在政府卻改口推翻當年決策，使得GDF Suez子公司無法更新兩部反應爐執照，不能在2014和2015年後繼續營運。

GDF Suez子公司先前已經投入13億美金的計畫資金，該公司在跟員工和投資人報告公司營運方針時表示，由於比利時政府政策轉變，資金可能會流向鞏固能源供應鍊。他們也特別強調，對於能源公司而言，投資新計畫所需的資金相當龐大，政策的穩定性，對他們而言相當重要。另一方面，比利時繼任政府卻積極進行多耶和提漢爵反應爐的新投資計畫，態度矛盾，讓電力公司一頭霧水。

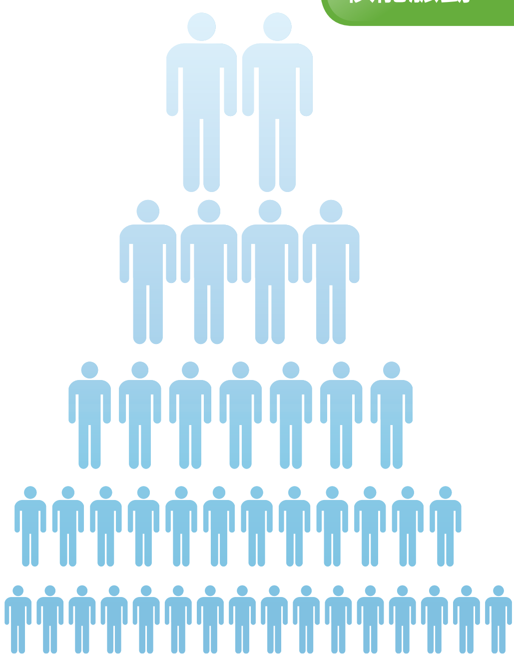
311事故後　歐洲核風改向

近年來，歐洲數個廢核的國家如義大利、德國、瑞典、比利時和荷蘭改弦易轍，使得核工業無不歡欣鼓舞。然而，轉投核電的政治勢力，在2011年3月的福島事故衝擊下，顯得相當薄弱、不堪一擊。戰場上，只剩荷蘭和瑞典屹立不搖。

義大利前總理貝魯斯柯尼在重回核電公投中敗陣，比利時和德國的廢核政策從原本的寬鬆，演變成緊縮，幾乎都是因政治力操控，而不是核電廠有安全性問題。

法國將於2012年舉行總統大選，社會黨和綠黨最近也不放過核能議題，質疑法國長久以來的擁核政策。綠黨獲得的支持度，部份是因為訴求要讓全國58部反應爐中的24部，提早關閉。

來源：WNN News 2011/11/16





面對核能人才荒 英國政府需有實際作為

文．編輯室

英國上議院科學技術委員會指出，除非政府有採取適當措施，否則未來英國將會缺乏核能人才。該委員會進一步指出，英國政府必須認真看待將在21世紀中期面臨的核能研發挑戰。另一方面，民間數據也顯示需才孔急，英國核能區塊人力需求，在2025年前會成長約68%。

由英國上議院科學技術委員會近日出版的「核子研究與發展能力」報告指出，為了維持英國未來的核能競爭力，英國政府對於人才培育，做的並不夠。報告指出，公部門在決策方面缺乏領導力和策略性思考，使得核能研發計畫缺乏統整性，並造成國際間認為，英國核能氣勢不再。除此之外，英國政府並沒有理解到，雖然英國目前在核能研發領域和專才仍有優勢，但這些優勢是奠基於過往榮光，且很快的，這些核能專家也要退休了。

英國上議院科學技術委員會主席表示，英國核能專業人才來自於「前人種樹」，但過去20年間缺乏人才投資，使得現在陷入人才荒危機。

英國政府認為，核能研發能力不需要政府干預即可達到，這點被委員會視為「自我感覺良好」。更進一步來說，如果政府以後對核能研發，「還是這麼隨性的話」，核能不大可能會成為英國未來的選項之一。

英國上議院科學技術委員會對政府提出14項建言。重點包括：研擬長期核能策略、規劃核能研發準則、建立獨立的核能研發顧問委員會。核能研發準則目標，也在於將英國打造為核能國際合作的優良夥伴；而國際合作，包括讓英國在國際第四代反應爐論壇重新活絡等。

「政府曾說過，核能會在未來的電力供應，扮演重要的角色。」委員會主席表示，「如果現在不採取行動，以我們的觀點來看，政府的核能政策，簡而言之，沒有可信度。」



民間：核能鐵飯碗大家搶

英國國家核子技術學院與核電廠營運公司評估，英國核能人力需求在2025年前，會成長約68%。英國國家核子技術學院主席表示，放眼到2025年，將會有8,500名核工業從業人員退休，等於目前核工業將會流失1/3人力。同時間，該學院預測，每年核工業約需聘用1,500名新人力。

人員進進出出，英國目前核工業從業人數為22,500人，因此可允許8,500人退休，但每年需要1,500人遞補，整體人才需求在2025年前，增加68%，到38,000人。核工業內許多非核能專業的工作如相關的工程領域，也會同時招募人力。這些人力數字來自於英國持續的除役計畫，和部分的新核電廠計畫，每年共可以創造30億美金的薪資。英國預計在2023年前，興建12部新反應爐、總計1,900萬瓩容量。

英國國家核子技術學院主席指出，目前英國有100萬16-24歲的人失業，人數是自1986年來的最多。但這群年齡層占核工從業者不到5%，不是因為對核工業沒興趣。事實上，以麥格諾斯核能公司來說，該公司的研究生計畫開放數十個職缺，收到如雪片般飛來的回應，竟有數千人申請。

核能除役局局長也同意英國國家核子技術學院主席的說法，他表示，該局幾十個研究生計畫職缺，卻有3,000多人來申請。英國國家核子技術學院主席認為，核能就業計畫能引起這麼大的迴響，是因為英國核能機構多年來打下的訓練基礎「血統純正」，還有不是短期工作，算是鐵飯碗的工作型態，相當吸引人。

—— 來源：WNN News 2011/12/01, 2011/11/22

核能新聞

文．編輯室

國外新聞

法國核能進入後福島時代

法國原子能安全委員會表示，法國國內全數58部反應爐和燃料循環設施安全性相當足夠，也就是說，沒有任何設施需要關閉。但核電廠營運公司需要儘快進行設備更新，以做好極端事件的準備。

法國原能會主委指出，福島事故與三哩島和車諾比爾事故，同列為核能史上最具影響力事件。「福島事件前後大不同，」主委如是說。他們認為，再好的營運績效也無法防止福島事故發生，對外部風險有更佳的認知，才有實際幫助。 因此法國主管機關要求核電廠，針對地震和洪水作安全改善。

核電廠除了加強天然災害防護工作，還要進行防止被鄰近工廠意外波及的演練。核電廠有可能位於高風險工廠附近，如化學加工廠、天然氣貯存廠和水力發電廠。核電廠強化的防護範圍，包括超過電廠設計值的災害，如地震、火災、廠內電力和緊急冷卻系統長期失效。應付這種意外災害的核心，是由反應明快的緊急應變中心、更暢通的溝通管道、足夠的水源和柴油發電機，以及充足的工作人員輻射偵測設備組成。法國原能會也要求核電廠，考量興建受污染表土和水的屏障設施，並且預防用過核燃料池失去水源。

法國原子能安全委員會表示，法國應該避免用增加更多的技術系統來提昇核電廠安全，這可能會適得其反。「核能安全的核心，其實在人」，他說。

來源：WNN News 2012/01/04

西班牙選定用過核燃料貯存場場址

西班牙選定維爾加那斯作為用過核燃料貯存場址。西班牙於2009年底有14個地區參與選址，其中8地通過初步評估與適性度調查，最後於2011年12月底，由維爾加那斯脫穎而出。西班牙政府表示，藉由貯存場和技術中心創造的高階技術人才需求，可以繁榮維爾加那斯的當地經濟。興建貯存場5年期間，大概會帶來300-500個就業機會，計畫資金約為9億美金、營運60年。

來源：WNN News 2012/01/03

通過預算　歐盟再為核熔合計畫解燃眉之急

歐盟日前達到「全員共識」，通過基地在法國南部的ITER計畫(核熔合反應爐發電試驗)下兩年度的13億歐元預算。歐盟預算委員長表示，預算能通過，他總算鬆了一口氣，「歐盟不能失信參與計畫的於國際伙伴，」他說。

ITER是全球最大的實驗設施，參與國家有歐盟、美國、日本、南韓、中國大陸、印度跟俄羅斯。反應爐目前在法國南部的卡達哈什興建中，預計將會是首部可以供電的核熔合反應爐。若實驗成果穩定，可產生45萬瓩淨電力。由於計畫經常受經費不足的陰霾籠罩，因此預計在2019年前，才能達到首次臨界階段。

來源：WNN News 2011/12/20

英國證實　將進行鈽轉換成MOX燃料計畫

英國政府表示，他們希望將大部分的民

用分離過後的鈽轉換成MOX(混合氧化物)燃料後，用在特定的反應爐內。其餘無法轉換的鈽，將會固化並以廢棄物處置。不過能源及氣候變遷部指出，現在要談是否興建新的MOX廠還太早。

能源氣候部表示，只有等政府詳細評估MOX廠的安全性和經濟效益後，才是大家坐下來好好談的時候。接下來他們會蒐集進一步資訊，針對MOX燃料的市場價值和可使用的反應爐做討論。「只要合於商業規範」，海外暫存於英國的鈽，也可以與英國國內的鈽一起管理。

英國目前有112噸民用分離過的鈽，其中28噸來自海外客戶。英國自1950年代開始研發分離鈽，用於快中子反應爐，後來由於不符合經濟效益，英國於1994年放棄所有的快中子反應爐研發計畫。

來源：NucNet 2011/12/02

蘇格蘭當瑞低放處置場動工

位於蘇格蘭北部的當瑞核子複合園區，是英國1954到1994年間的實驗反應爐研發中心所在地，反應爐現已經停止運轉、將進行除役。用以處置固態低放射性廢棄物的當瑞處置場，於11月底動工。

低放射性廢棄物通常來自清潔放射性廢棄物時，受污染的金屬、塑膠、碎布。英國核子除役局投入了1.55億美金，要在當瑞場址進行處置此類廢棄物的計畫。處置場工程，將在未來兩年內進行第一階段，耗資約2,000萬美金。由於法規管制，正式處置廢棄物，要等到2014年才開始。

當瑞園區旁將興建6個近地表的貯存窖，可收受園區24萬噸的低放廢。等到2025年，英國實驗性快中子反應爐都除役後，這些地窖將會封存、地表將恢復原貌。未來貯存窖營運期間，外觀將以農舍造型設計，最後營運結束再以水泥漿封存。封存後，主管機關將持續監控300年，屆時放射性將會下降95%。

來源：WNN News 2011/11/25

歐盟核撥東歐反應爐除役經費

歐盟執委會計畫進一步撥付5億歐元，支援保加利亞、立陶宛和斯洛伐克持續的除役工作。獲得奧援的國家，是使用前蘇聯時代的核能機組－保加利亞的克茲魯迪、立陶宛的依歌那林納和斯洛伐克的波胡尼思核電廠。除役的機組，皆是先前為了加入歐盟，所屬國政府同意關閉的機組。

歐盟認為，保國到2020年前還另需要1.85億歐元、立陶宛2017年2.1億歐元、斯洛伐克2017年1.05億歐元。三國獲得金援的先決條件，是要施行歐盟的核安和核子廢棄物管理法規。除此之外，三國政府也需呈報更詳盡的除役計畫。

來源：NucNet 2011/11/25

壞消息：溫室氣體濃度持續惡化

世界氣象組織表示，2010年全球溫室氣體大氣濃度達到歷史新高，惡化速度也加快。世界氣象組織表示，就算我們今天能夠達到二氧化碳零排放，它們也會在大氣中殘留數十年，並持續影響地球生物界的平衡和氣候。

根據世界氣象組織最新的溫室氣體公報中，大氣中二氧化碳、甲烷和一氧化二氮的濃度，在2010年達到歷史新高，分別達到389 ppm、1,808 ppb和323.2 ppb。跟1750年人類工業化前相比，二氧化碳、甲烷和一氧化二氮的濃度，分別要高39%、158%和20%。

二氧化碳濃度在2009到2010年間，增加了2.3 ppm，比1990年代的平均值1.5 ppm和2000年代的2.0 ppm要高。二氧化碳排放的來源，主要來自燃燒化石燃料、濫伐森林和土地使用改變。另根據國際能源署的報告指出，2010年能源相關二氧化碳排放量，44%來自燃燒煤炭、36%來自石油、20%來自天然氣。

世界氣象組織強調，在1999年到2006年間，甲烷的濃度穩定持平，但是後來又上升。甲烷排放源，包括畜牧活動、種稻、開採化石燃料和垃圾掩埋。真正上升的原因不明，但可能是因為含有豐富甲烷的北極永凍層融化釋出，和熱帶濕地排放量增加。

一氧化二氮濃度上升，則主要來自使用含氮肥料。過去10年來，平均上升濃度為 0.75 ppb。「以百年觀之，(一氧化二氮)對氣候的影響，比等量的二氧化碳要嚴重298倍。」

WNN News 2011/11/23

中國大陸南方將布設小型反應爐

中國大陸福建省漳州，將興建一座示範核電廠，配有小型反應爐。該廠將用來供應漳州市用電、產熱和海水淡化。新電廠經費約需要50億人民幣。雖然大陸官方未揭露小反應爐使用何種技術，但國營的核電公司已有類似ACP100型機組。ACP100型是10-15萬瓩的壓水式反應爐，使用此機型的核電廠在設計結構上能保有相當彈性，可設置1-8部反應爐。

來源：WNN News 2011/11/17

沙烏地阿拉伯與南韓簽署合作協議

沙烏地阿拉伯與南韓日前簽署核能和平使用協議。協議涵蓋範圍包括核能研發、核電廠設計、發展和營運、核安議題和核子設備出口的法令基礎。這是沙烏地阿拉伯2011年第3次和外國合作，先前對象是阿根廷和法國。依據沙國媒體報導，該國還將觸角伸往中國大陸、俄羅斯、捷克和英、美，相當積極。

來源：WNN Industry Talk 2011/11/15

8月地震後 美國北安娜核電廠重啟OK

8月底地震侵襲美國東北部的北安娜核電廠，在廠外電力失效後，兩部反應爐自動安全停機。停機的兩部機組，日前獲美國核管會發給重啟核可。核管會表示，規模5.8、震央在維吉尼亞州該廠15公里遠的地震，使得反應爐搖晃程度超過當初的設計值。因此電廠營運公司必須向主管機關證明，地震未造成反應爐安全系統功能性損傷。美國核管會指出，地震實際上造成的損害相當小，對核電廠安全系統沒有影響。他們對於北安娜核電廠能達到安全重啟的標準相當滿意，也將會持續監督北安娜反應爐重啟時的狀況。

來源：NucNet 2011/11/14

國內新聞

德國太陽能業者 1周倒2家

德國太陽能業者Solar Millennium周三宣布，由於未能出售該公司4座美國太陽能發電廠，已聲請破產。此為一週內第2家德國太陽能業者宣告破產，也是太陽能業在需求下滑、價格遽跌、供給過剩所引發的破產潮又再添一例。

Solar Millennium為太陽熱能業者，隨著競爭技術太陽能面板崛起、價格不斷下滑，令太陽熱能業者壓力大增，加上歐洲太陽能發電需求疲軟，亞洲太陽能面板供給過剩，已造成太陽能熱能和面板廠商皆元氣大傷。

數日前，德國太陽能面板廠Solon SE宣布啟動破產程序。今年9月，美國太陽能面板業者Solyndra因不敵跌價壓力，聲請破產保護。

其他破產的太陽能業者還包括Stirling Energy Systems（SES）、Evergreen Solar、SpectraWatt。

Solar Millennium先前與德國工業開發商Ferrostaal AG成立合資事業Solar Trust of America，擬於美打造4座大型太陽熱能發電廠，其發電廠皆採用Solar Millennium的拋物線集熱槽型（Parabolic Trough）技術。

當時並獲得聯邦和州政府的核可在加州建造1,000百萬瓦的太陽能發電廠Blythe Solar，取得能源部21億美元的貸款擔保。

Solar Millennium在8月時曾表示，為因應全球太陽能面板價跌趨勢，擬將Blythe Solar廠由原本的拋物線集熱槽型技術，轉換為較便宜的太陽能面板，但此技術轉移也意味該公司無法使用政府的貸款擔保。

（2011.12.23.工商時報）

原能會：繼續推動核四

核四安全監督委員會今天召開第7次會議，由原能會副主委黃慶東主持會議，通過台電提出安全對策，裁定核四工程無須停工。未來將繼續推動核四工程，經濟部與原能會應分別加強工程管理、安全監督等要務。黃慶東宣布上述決議，但會中仍有不同意見。

原能會指出，自從林宗堯在7月29日第5次會議上初次發表「核四論」，對核四廠目前

困境剴切陳詞以來，原能會身為國家核能安全主管機關，即依法定職掌督促台電公司正視委員所提各項問題，謀求對策，積極進行改善，並責成該會駐廠視察員加強視察，已顯現初步改善成果。

台電今天在會中首先報告核四廠2部機組施工作業與進度、試運轉作業與進度、品管作業及成效，並針對先前林宗堯所提「核四之計」，提出具體解決及執行方案。

台電副總經理徐懷瓊表示，福島核災後台電針對各核電廠安全總體檢，具體報告將在年底前提出，明年初也將提出新的工期、預算報告，希望能達成粗估的2014年商轉、2016年穩定商轉目標。

核四安全監督委員崔愫欣則強調，她會積極邀請林宗堯出席下次委員會議，如果原能會對外聲稱委員會決議通過台電報告，環團一定會抗議到底。

（2011.12.21.本刊訊）

蘭嶼貯存場外圍偵測到微量輻射 無安全顧慮

台電公司委託中研院扈治安教授進行蘭嶼貯存場附近海域的生態調查，在蘭嶼貯存場南端潮間帶潮池所採底泥測得鈷60與銫137(最高分別為6.5與32.9貝克/公斤)核種，皆遠低於調查基準(分別為110與740貝克/公斤)，對於環境安全影響甚微。

據推測，這份監測結果除了可能是96年底開始的檢整作業所釋出的微量核種，藉由雨水沖刷途徑進入環境；另外，銫137的來源也可能因早年國外核子試爆及核子事故造成的全球落塵飄送來台所致。

台電公司表示將積極採行下列措施：

1.於排水溝出口加裝過濾棉以吸附放射性核種，並提高過濾棉更換的頻率，以減少放射性核種釋入環境的機會。

2.持續加強檢整作業後的場區復原、環境管理及輻防管制措施，以確保環境安全無虞。

（2011.12.20.本刊訊）



龍門核電廠建廠管制現況報導

文．編輯室

11月24日原能會核管處違規審議小組就「台電公司再次違法自行辦理/核定龍門工程設計變更作業並進行施工作業」與「核島區電氣安裝工程－電氣管槽審查作業，未落實核四工程品質保證方案之要求。」違規裁處案的台電申復內容進行審議作業，決議仍維持原處分，目前正依行政流程辦理中。

審查同意龍門FSAR提問F-02-017的答覆，本案是台電公司答覆有關日本311福島事件引發我國民眾關切龍門電廠廠房高度對抵擋海嘯侵襲的設計能力的疑慮。依據成功大學台南水工試驗所發布的新聞稿資料，已澄清72年所完成有關200年週期、地震規模、海嘯上溯高度等數據，是在資料欠缺、無地震專家參與情形下所作的初步研究結果，實際仍以74年完成的研究報告才可作為龍門電廠廠址高度設計之用。

12月5日開立注意改進事項AN-LM-100-067，請台電公司就龍門電廠1號機輔助變壓器至中壓開關箱的非隔相匯流排，其絕緣值過低而無法立即復電，為確保日



▲ 第4屆核四廠安全監督委員會第7次會議開會



▲ 核四廠安全監督委員巡查1號機反應爐廠房及汽機廠房施工現況

後運轉的可靠度，請台電公司檢討發生肇因及改善；並反映至2號機。

12月6日完成AN-LM-100-016-3注意改進事項審查意見函送台電公司，本案由於台電公司未答覆反應爐廠房海水抽水機房高度在EL.5300以上開口孔隙密封材料，能否抵抗目前設計基準海嘯的海水壓力，故請台電公司提出實際使用的密封材料形式及其正式佐證性能的文件。

12月7日台電公司就「1號機電纜敷設、檢驗作業」違規案，提送電纜線檢整改善後相關報告，包含「龍門計畫1號機儀控纜線檢整總結報告」、「龍門計畫1號機主控制室及電纜托網整線作業品保專案稽查報告」及「龍門計畫1號機電纜線敷設及接線完工現場履勘作業總結報告」等文件，原能會將組成專案團隊執行纜線檢整後視察，以確保纜線的檢整品質。

台電公司於11月16日函送「龍門核能電廠1號機燃料裝填前應完成事項」的辦理情形，12月無新增項目，目前清單總計為19大類70小項。2月4.4.12項次（龍門電廠1、2號機儀控管路安裝工程施工廠家須符合ASME" NA"資格）已結案，另外3.3項次因目前開關場旁仍有1筆土地未能完成價購事宜，未同意台電公司結案，故目前已結案者為26小項。

12月20日在龍門電廠召開第4屆核四廠安全監督委員會第7次會議，台電公司於會議中報告「『核四之計』具體解決方案及執行」，雖仍有部分委員持不同意見，仍決議請台電公司依改善方案持續推動核四工程。

12月26日至12月30日執行龍門計畫第45次定期視察計畫。視察項目：榮電公司解約後電氣工程管制現況查證、核島區管支架施工作業品質查證、龍門電廠試運轉程序書編寫/執行/審查精進方案的執行現況查證、龍門電廠測試儀器管控（SAM-18）作業品質查證。

▼ 台電公司提供的工程進度（截至100年12月底止）

	總進度	設計	採購	施工	試運轉
比例	100 %	19 %	15 %	58 %	8 %
1.2號機 合計進度	93.39 %	99.30 %	100 %	97.11 %	40.06 %
預定進度	97.47 %	99.78 %	100 %	97.95 %	83.70 %
差異	-4.08 %	-0.48 %	0 %	-0.84 %	-43.64%

【註1】合計進度＝1號機進度×52%＋2號機進度×48%

【註2】本月份合計進度較100年11月底增加 0.05%

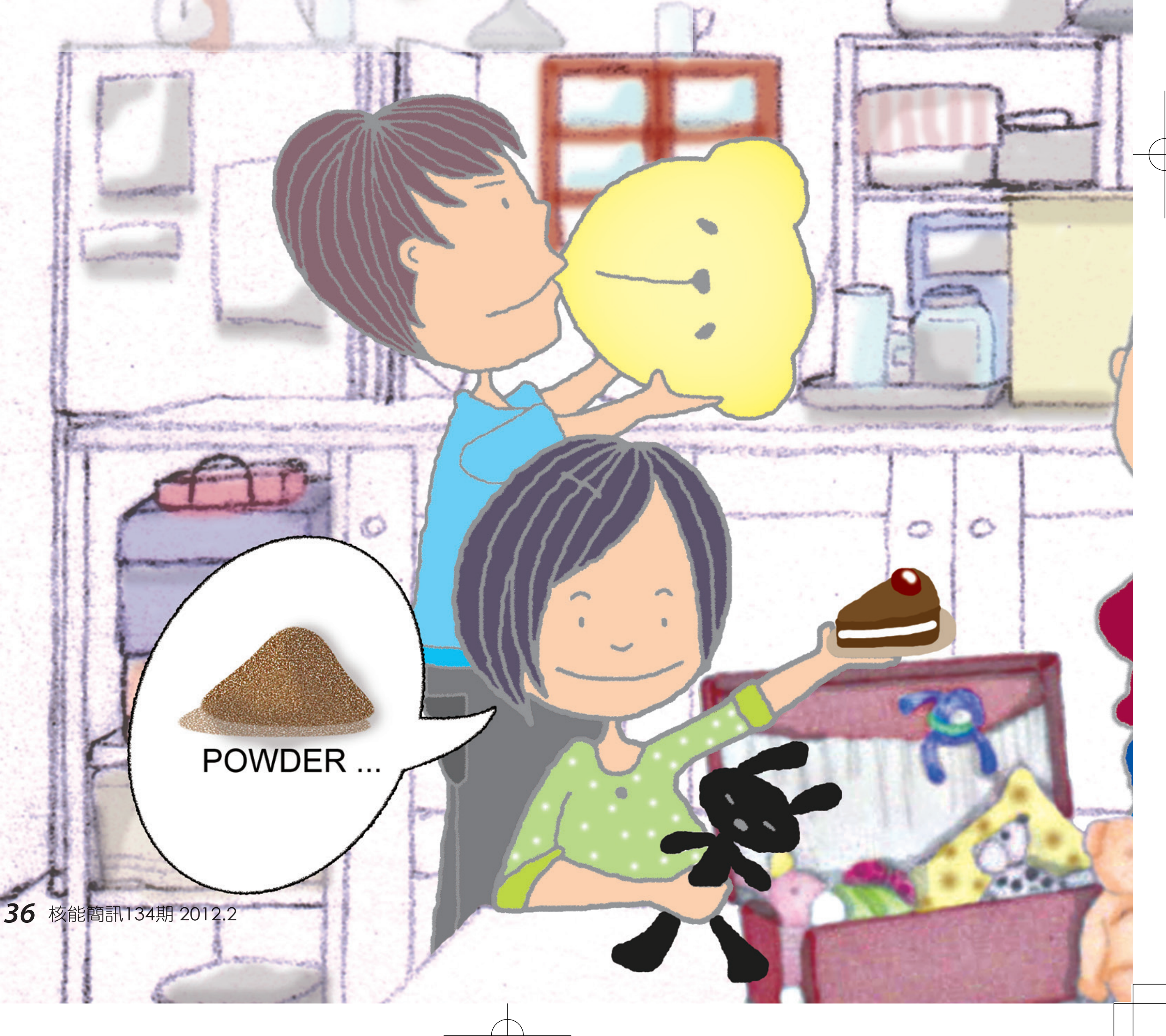
Atom 原子

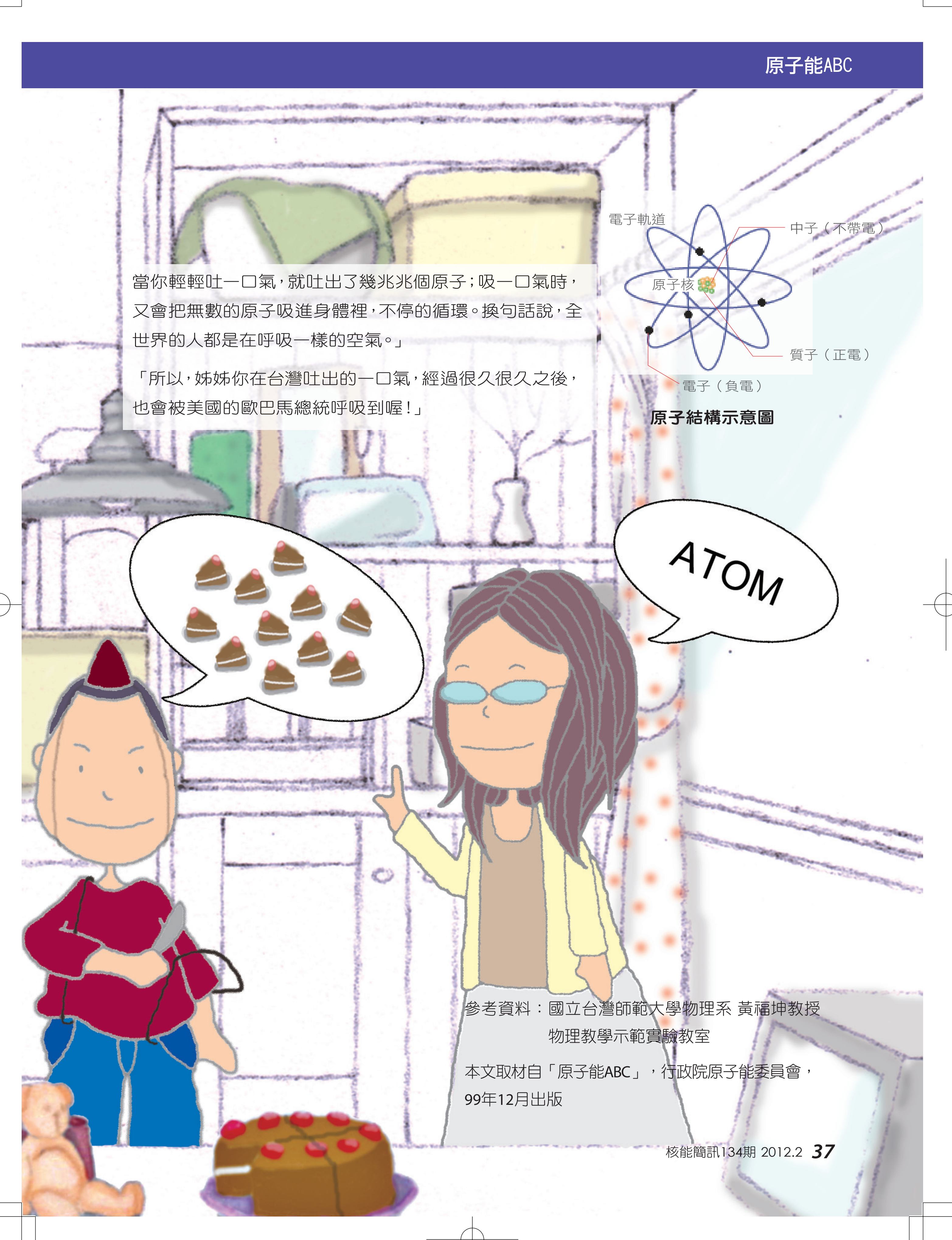
媽媽問：「弟弟，你能把蛋糕切成幾塊呢？」弟弟歪著頭想：「大概10塊吧。」

媽媽笑著說：「如果一直切下去，切到不能再切，你知道會變成什麼嗎？」

姊姊插話說：「變成蛋糕粉？」

媽媽大笑說：「會變成『原子』喔。我們日常生活所看到的東西，都是由一個個很小很小的原子所組成的。





參考資料：國立台灣師範大學物理系 黃福坤教授
物理教學示範實驗教室

本文取材自「原子能ABC」，行政院原子能委員會，99年12月出版

防蝕塗料泰斗一柏林股份有限公司

品質宣言--「奉行顧客至尊，開始就做好」是我們堅守對客戶的承諾

研發目標--「美化環境，防止物體腐蝕」是柏林永持的目標

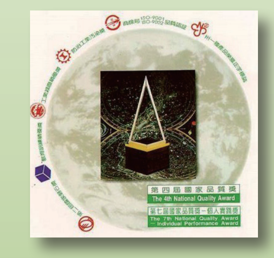
核能塗料

鑑於缺乏資源產業立國的台灣，電力能源為支配產業盛衰命脈的動力來源。透過火力、水力、核能等電廠的運轉，遂能使發展經濟於無礙，故本公司與美國Keeler & Long Inc./PPG合作的奇龍系列塗料，用於電廠的設備維護中，尤其是核電廠設備維護中的極品。



重抗蝕塗料

柏林【鋸膜可塗】系列產品為本公司主力產品，應用廣泛；民國60年6月與澳洲IMP公司技術合作引進技術，不斷研究發展精密嚴謹的生產管理，創造顧客滿意的品質保證，博得無數喝采，領先群倫，奠立柏林與鋸膜可塗同等詞，防蝕泰斗的雅名自此流傳。





柏林股份有限公司

Berlin Company Limited

www.berlin.com.tw

高雄總公司

高雄市小港區大業南路43號

電話:(07)8711101　(07)8711101~4

傳真:(07)8716583　(07)8716583

Mail：info@berlin.com.tw

